

Patentansprüche

1. System zum Beeinflussen der Ansauggastemperatur und damit des Energieniveaus im Brennraum (12) eines Verbrennungsmotors (10), insbesondere eines HCCI-fähigen Verbrennungsmotors (10), mit
- einer Verdichtungseinrichtung (16) zum Verdichten von angesaugter Frischluft, die vor der Verdichtung eine Temperatur  $T_1$  aufweist, sowie
  - Expansionsmitteln (18), die eine Expansion der verdichteten angesaugten Frischluft bewirken,
  - wobei die verdichtete und nachfolgend expandierte Frischluft eine Temperatur  $T_2 > T_1$  aufweist,
- dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Temperatursensor (20) zum Erfassen der Temperatur  $T_2$  in Strömungsrichtung des Frischgases bezüglich der Expansionsmittel stromabwärts angeordnet ist, so dass diese im Rahmen einer Regelung der Ansauggastemperatur berücksichtigt werden kann.
2. System nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Abgasrückführeinrichtung zum Zuführen von Abgas eines früheren Verbrennungszyklus zu Frischluft beziehungsweise zu einem Frischluft aufweisenden Gemisch vorgesehen ist, um nach Einspritzung von Kraftstoff ein Luft/Kraftstoff/Abgas-Gemisch mit einem für die Verbrennung vorteilhaften Energieniveau bereitzustellen.
3. System nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verdichtungseinrichtung ein Abgasturbolader (16) ist.

4. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verdichtungseinrichtung ein Kompressor ist.
- 5
5. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Expansion an einer Drosselklappe (18) erfolgt.
- 10 6. System nach einem der Ansprüche 2 und 5,  
dadurch gekennzeichnet,
- dass mindestens ein als Abgaskühler (32) wirkender Wärmetauscher zur Absenkung der Temperatur des zurückge-
  - 15 führten Abgases vorgesehen ist, und
  - dass eine Kühlmittelstellventil (50) vorgesehen ist, so dass durch Beeinflussung des Kühlmitteldurchflusses durch den Abgaskühler (32) unter Berücksichtigung von
  - 20 Messwerten beziehungsweise modelltechnisch ermittelten Werten die Ansauggastemperatur eingestellt beziehungsweise geregelt werden kann.
7. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abgaskühler (32) in einem separaten Wärmetauscherkreis (46) angeordnet ist.
8. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abgaskühler in einem Motorkühlmittelkreis angeordnet ist.
9. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abgaskühler als Motor- beziehungsweise Getriebeölwärmetauscher ausgelegt ist.

10. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Messwerte beziehungsweise die modelltechnisch ermit-  
5 telten Werte mindestens einer der folgenden Größen zugeordnet  
sind:

- Abgastemperatur,
- zurückgeführte Abgasmasse beziehungsweise -menge,
- 10 - Frischgastemperatur,
- Frischgasmasse beziehungsweise -menge,
- Ansauggastemperatur,
- Ansauggasmasse beziehungsweise -menge,
- Kühlmitteltemperatur beziehungsweise Öltemperatur des  
15 durch den Abgaskühler strömenden Kühlmittels beziehungs-  
weise Öls und
- Kühlmittelmasse beziehungsweise Ölmasse beziehungsweise  
Kühlmittelmenge beziehungsweise Ölmenge des durch den Ab-  
gaskühler strömenden Kühlmittels beziehungsweise Öls.

20

11. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Temperatursensor (20) zum Erfassen der Frischgastem-  
peratur, ein Temperatursensor (24) zum Erfassen der Abgastem-  
25 peratur am Motorausstritt, eine Luftmassen- beziehungsweise -  
mengenmesseinrichtung (28) zum Erfassen der Frischgasmasse  
beziehungsweise -menge und eine Abgasmassen- beziehungsweise  
-mengenmesseinrichtung (28) zum Erfassen der Abgasmasse be-  
ziehungsweise -menge vorgesehen sind.

30

12. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ansauggastemperatur gemäß der Gleichung

35 
$$T_{ASG} = \frac{\dot{m}_{FG} T_{FG} C_{p,FG} + \dot{m}_{AG} T_{AG} C_{p,AG}}{\dot{m}_{FG} C_{p,FG} + \dot{m}_{AG} C_{p,AG}}$$

berechnet wird, wobei

- $\dot{m}_{FG}$  : Frischgasmassenstrom
- $\dot{m}_{AG}$  : Abgasmassenstrom
- $T_{FG}$  : Frischgastemperatur
- 5  $T_{AG}$  : Abgastemperatur
- $T_{ASG}$  : Ansauggastemperatur
- $c_{p,FG}$  : Wärmekapazität des Frischgases
- $c_{p,AG}$  : Wärmekapazität des Abgases.

- 10 13. System nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Abgastemperatur am Wärmtauscherausgang unter Verwen-  
dung des folgenden Gleichungssystems berechnet wird:

15 
$$|\Delta\dot{Q}_{KM}| = |\Delta\dot{Q}_{AG}| = \dot{Q}_{WT}$$

$$\Delta\dot{Q}_{KM} = \dot{m}_{KM} c_{p,KM} (T_{KM,AUS} - T_{KM,EIN})$$

$$\Delta\dot{Q}_{AG} = \dot{m}_{AG} c_{p,AG} (T_{AG,EIN} - T_{AG,AUS})$$

20

$$\dot{Q}_{WT} = kA\Delta T_m$$

wobei

- 25  $\dot{Q}$  : Wärmestrom
- $KM$  : Kühlmittel
- $AG$  : Abgas
- $WT$  : Wärmetauscher
- $c_p$  : Wärmekapazität
- 30  $k$  : Wärmedurchgangskoeffizient des Wärmetauschers
- $A$  : Heizfläche des Wärmetauschers
- $\Delta T_m$  : mittlere logarithmische Temperaturdifferenz.

14. Verfahren zum Beeinflussen der Ansauggastemperatur und  
35 damit des Energieniveaus im Brennraum (12) eines Verbren-  
nungsmotors (10), insbesondere eines HCCI-fähigen Verbren-  
nungsmotors (10), bei dem

- angesaugte Frischluft, die vor der Verdichtung eine Temperatur  $T_1$  aufweist, verdichtet wird und
- 5 - die verdichtete angesaugte Frischluft expandiert wird,
- wobei die verdichtete und nachfolgend expandierte Frischluft eine Temperatur  $T_2 > T_1$  aufweist,
- 10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Temperatur  $T_2$  nach der Expansion erfasst wird, so dass diese im Rahmen einer Regelung der Ansauggastemperatur berücksichtigt werden kann.
- 15 15. Verfahren nach Anspruch 14,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass Abgas eines früheren Verbrennungszyklus Frischluft beziehungsweise einem Frischluft aufweisenden Gemisch zugeführt
- 20 wird, um nach Einspritzung von Kraftstoff ein  
Luft/Kraftstoff/Abgas-Gemisch mit einem für die Verbrennung vorteilhaften Energieniveau bereitzustellen.
- 16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,
- 25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Verdichtung durch einen Abgasturbolader (16) erfolgt.
- 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
- 30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Verdichtung durch einen Kompressor erfolgt.
- 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- 35 dass die Expansion an einer Drosselklappe (18) erfolgt.
- 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- dass Abgas in einem als Abgaskühler (32) wirkenden Wärme-  
tauscher zur Absenkung der Temperatur des zurückgeführten  
5 Abgases gekühlt wird, und
- dass durch Beeinflussung des Kühlmitteldurchflusses durch  
den Abgaskühler (32) mittels eines Kühlmittelstellventils  
(50) unter Berücksichtigung von Messwerten beziehungsweise  
10 modelltechnisch ermittelten Werten die Ansauggastempe-  
ratur eingestellt beziehungsweise geregelt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- 15 dass die Messwerte beziehungsweise die modelltechnisch ermit-  
telten Werte mindestens einer der folgenden Größen zugeordnet  
sind:

- Abgastemperatur,
- 20 - zurückgeführte Abgasmasse beziehungsweise -menge,
- Frischgastemperatur,
- Frischgasmasse beziehungsweise -menge,
- Ansauggastemperatur,
- Ansauggasmasse beziehungsweise -menge,
- 25 - Kühlmitteltemperatur beziehungsweise Öltemperatur des  
durch den Abgaskühler strömenden Kühlmittels beziehungs-  
weise Öls und
- Kühlmittelmasse beziehungsweise Ölmasse beziehungsweise  
Kühlmittelmenge beziehungsweise Ölmenge des durch den Ab-  
30 gaskühler strömenden Kühlmittels beziehungsweise Öls.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- dass die Frischgastemperatur, die Abgastemperatur am Motor-  
austritt, die Frischgasmasse beziehungsweise -menge und die  
35 Abgasmasse beziehungsweise -menge gemessen werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ansauggastemperatur gemäß der Gleichung

5 
$$T_{ASG} = \frac{\dot{m}_{FG} T_{FG} C_{p,FG} + \dot{m}_{AG} T_{AG} C_{p,AG}}{\dot{m}_{FG} C_{p,FG} + \dot{m}_{AG} C_{p,AG}}$$

berechnet wird, wobei

- $\dot{m}_{FG}$ : Frischgasmassenstrom  
10  $\dot{m}_{AG}$ : Abgasmassenstrom  
 $T_{FG}$ : Frischgastemperatur  
 $T_{AG}$ : Abgastemperatur  
 $T_{ASG}$ : Ansauggastemperatur  
 $C_{p,FG}$ : Wärmekapazität des Frischgases  
15  $C_{p,AG}$ : Wärmekapazität des Abgases.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Abgastemperatur am Wärmetauscher Ausgang unter Verwen-  
20 dung des folgenden Gleichungssystems berechnet wird:

$$|\Delta \dot{Q}_{KM}| = |\Delta \dot{Q}_{AG}| = \dot{Q}_{WT}$$

25 
$$\Delta \dot{Q}_{KM} = \dot{m}_{KM} C_{p,KM} (T_{KM,AUS} - T_{KM,EIN})$$

$$\Delta \dot{Q}_{AG} = \dot{m}_{AG} C_{p,AG} (T_{AG,EIN} - T_{AG,AUS})$$

$$\dot{Q}_{WT} = k A \Delta T_m$$

30 wobei

- $\dot{Q}$ : Wärmestrom  
 $KM$ : Kühlmittel  
 $AG$ : Abgas  
35  $WT$ : Wärmetauscher  
 $C_p$ : Wärmekapazität  
 $k$ : Wärmedurchgangskoeffizient des Wärmetauschers

- A: Heizfläche des Wärmetauschers
- $\Delta T_m$ : mittlere logarithmische Temperaturdifferenz.